

ПРИМЕР

алгоритма расчета сырьевых материалов цветной металлургии

При расчете возможно использование аналитического, арифметического или графического метода. Выбор метода определяет образовательная организация и выносит на согласование главному эксперту в подготовительный день.

1. Исходные данные для расчета на основе алюминиевого сплава 1201:

- Сплав: 1201 (на основе алюминия);
- Расчет ведем на 100 кг сплава;
- Емкость печи: 20 т
- Расчетный состав сплава 1201 представлен в таблице 1

Таблица 1 –Химический и расчетный составы сплава

Компоненты сплава	Основные, %					Примеси, %				
	Cu	Mn	Zr	Ti	V	Fe	Si	Mg	Zn	Прочие
Химический	5,8-6,4	0,2-0,35	0,1-0,15	0,04-0,10	0,05-0,12	0,14-0,28	≤ 0,18	≤ 0,02	≤ 0,06	0,15
Расчетный	6,2	0,28	0,12	0,06	0,08	0,2	≤ 0,13	-	-	Fe/Si ≥ 1,0

- В качестве шихтовых материалов используются:
 - первичный алюминий марки А5 (Al 99,5 %; Fe - 0,3 %; Si- 0,3%)
 - лигатуры: Al-Mn-Ti (10 % Mn, 1 % Ti); Al-Zr (2,5% Zr); Al-Cu (40 % Cu); Al-V (1,5 % V).
 - отходы кусковые сплава 1201 - 30 %
 - переплав собственного производства - 15 %
- Безвозвратные потери:
 - угар при приготовлении сплава: 1,68 %
 - шлак: 2,01%
 - сплесы: 0,5 %.

Угар по компонентам сплава в % берем из таблицы 2.

Таблица 2 - Безвозвратные потери

Тип печи	Состояние шихты	Угар элементов, %												
		Al	Mg	Cu	Ni	Pb	Mn	Ti	Zn	V	Fe	Si	Cr	Zr
отражательная	плотная	2-3	3-5	1-1,2	1-1,2	2-5	2-5	2,5	2-3	2	1-1,2	1-1,2	1-1,2	2
	некомпактная	3-5	5-10	1-1,5	1-1,5	5-10	5-10	5-10	До 10	3-5	1-1,2	1-2	1-2	3-5

Угар по компонентам в кг определяем по формуле:

$$\text{Mn} \quad \frac{0,28 \times 1,5}{100} = 0,0042 \text{ кг}$$

$$\text{Cu} \quad \frac{6,2 \times 2}{100} = 0,124 \text{ кг}$$

$$\text{Ti} \quad \frac{0,06 \times 2,5}{100} = 0,0015 \text{ кг}$$

$$\text{Zr} \quad \frac{0,12 \times 2}{100} = 0,0024 \text{ кг}$$

$$\text{V} \quad \frac{0,08 \times 2}{100} = 0,0016 \text{ кг}$$

$$\text{Al} \quad \frac{93,2 \times 1,5}{100} = 1,4 \text{ кг}$$

В таблице 3 представлен расчетный состав сплава с учетом угара:

Таблица 3 – Расчетный состав сплава с учетом угара

Компоненты	Без угара	Угар, кг.	С учетом угара, кг.
Al	93,2	1,4	94,6
Cu	6,2	0,124	6,324
Mn	0,28	0,0042	0,2842
Zr	0,12	0,0024	0,1224
V	0,08	0,0016	0,0816
Ti	0,06	0,0015	0,0615

Отходов в металлозавалке 30 %, на 100 кг сплава - 30 кг, переплав 15 %, т.е. 15 кг. Всего отходов сплава $30 + 15 = 45$ кг.

С отходами в шихту поступает:

$$\text{Cu} \quad \frac{6,2 \times 45}{100} = 2,79 \text{ кг}$$

$$\text{Mn} \quad \frac{0,28 \times 45}{100} = 0,126 \text{ кг}$$

$$\text{Zr} \quad \frac{0,12 \times 45}{100} = 0,054 \text{ кг}$$

	$\frac{100}{0,06 \times 45}$	
Ti	$\frac{100}{0,08 \times 45}$	= 0,027 кг
V	$\frac{100}{93,2 \times 45}$	= 0,036 кг
Al	$\frac{100}{0,2 \times 45}$	= 41,94 кг
Fe	$\frac{100}{0,1 \times 45}$	= 0,09 кг
Si	$\frac{100}{0,1 \times 45}$	= 0,045 кг

Дополнительно нужно ввести:

$$\text{Al} \quad 94,6 - 41,94 = 52,66 \text{ кг}$$

$$\text{Си} \quad 6,324 - 2,79 = 3,534 \text{ кг}$$

$$\text{Мп} \quad 0,2842 - 0,126 = 0,1582 \text{ кг}$$

$$\text{Zr} \quad 0,1224 - 0,054 = 0,0684 \text{ кг}$$

$$\text{V} \quad 0,0816 - 0,036 = 0,0456 \text{ кг}$$

$$\text{Ti} \quad 0,0615 - 0,027 = 0,0345 \text{ кг}$$

Для введения дополнительной Си необходимо ввести лигатуру Al-Cu (40 % - Си)

$$\begin{array}{rcl} 3,534 \text{ кг} & -40\% & \frac{3,534 \times 100}{100} \\ \text{X кг} & -100\% & 40 \\ & & = 8,835 \text{ кг} \end{array}$$

С этим количеством лигатуры вводится Al

$$8,835 - 3,534 = 5,301 \text{ кг}$$

Для введения Мп требуется лигатура Al-Mn-Ti (Мп -10%, Ti-1%)

$$\frac{0,1582 \times 100}{10} = 1,582 \text{ кг}$$

С этим количеством вносится Ti

$$1,582 \times 0,1 = 0,0158 \text{ кг}$$

С этим количеством лигатуры вводится Al

$$1,582 - 0,1582 - 0,0158 = 1,408 \text{ кг}$$

Оставшееся количество Ti вводится с лигатурой Al - Ti - V при модифицировании.

Для введения Zr используется лигатура Al - Zr (Zr - 2,5 %)

$$\frac{0,684 \times 100}{2,5} = 2,736 \text{ кг}$$

С лигатурой вводится Al

$$2,736 - 0,0684 = 2,6676 \text{ кг}$$

Для введения V используется лигатура Al - V (1,5 % V)

$$\frac{0,0456 \times 100}{1,5} = 3,04 \text{ кг}$$

С ней поступает Al

$$3,04 - 0,0456 = 2,9944 \text{ кг}$$

Всего с лигатурами и отходами вводится Al

$$41,94 + 5,301 + 1,408 + 2,9944 + 2,6676 = 54,311 \text{ кг}$$

Дополнительно требуется ввести Al

$$94,6 - 54,311 = 40,289 \text{ кг}$$

Недостающий Al вводится чушковым Al марки А5 (99,5% Al; 0,3 % Fe; 0,3 % Si)

$$\frac{40,289 \times 100}{99,5} = 40,491 \text{ кг}$$

В таблице 4 представлен состав шихты для сплава 1201

Таблица 4 – Состав шихты

Компоненты	кг	%
1. Отходы	30	29,5
2. Переплав	15	14,75
3. Лигатуры Al-Cu	8,835	8,69
Al-Mn-Ti	1,582	1,56
Al-Zr	2,736	2,69
Al-V	3,04	2,99
4. Первичный Al	40,491	39,82
ИТОГО:	101,684	100

На 20 т плавки требуется загрузить:

$$\text{Отходы} \quad 30 \times 200 = 6000 \text{ кг}$$

$$\text{Переплав} \quad 15 \times 200 = 3000 \text{ кг}$$

$$\text{Al-Cu} \quad 8,835 \times 200 = 1767 \text{ кг}$$

$$\text{Al-Mn-Ti} \quad 1,582 \times 200 = 316,4 \text{ кг}$$

Al-Zr	2,736 x 200	=547,2 кг
Al-V	3,04 x 200	=608 кг
A5	40,491 x200	=8098,2 кг
Итого		20336,8 кг

Выход шлака для сплава 1201 составляет 2 %, сплесы - 0,5 %

$20336 \times 0,02 = 406,736$ кг шлака

$20336 \times 0,005 = 101,684$ кг сплесы

металл в шлаке 50 % или $406,736 \times 0,5 = 203,368$ кг

сплесы состоят из металла полностью.

В таблице 5 представлен материальный баланс плавки.

Таблица 5 – Материальный баланс плавки

Приход	Вес,кг	Расход	Вес.кг
Отходы	6000	Сплав1201	19725,008
Переплав	3000	Угар	306,74
Al-Cu	1767	Шлак (металлич. часть)	203,368
Al-Mn-Ti	316,4	Сплесы	101,684
Al-Zr	547,2		
Al-V	608		
A5	8098,2		
Итого:	20336,8	Итого:	20336,8

При заполнении таблицы материального баланса вес вылитого металла определяется по разности статей прихода и суммы статей угара, шлака, сплесов.

Выход годного по жидкому металлу составляет:

$19725,008 \times 100$

$BГ = \frac{19725,008}{20336,8} = 96,99 \%$

Для определения расхода металлической шихты на 1000 кг годного сплава используется выход годного. Для сплава 1201 $BГ = 85\%$. Расход шихты на 1 тонну годного сплава определяется

$$K_{ш} = \frac{1}{BГ} = \frac{1}{0,85} = 1,176 \text{ т/т}$$